

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-060496

(43)Date of publication of application : 06.03.2001

(51)Int.Cl. H05B 33/14
H05B 33/22

(21)Application number : 11-236042 (71)Applicant : FUJII PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 23.08.1999 (72)Inventor : ARAKI YASUSHI

(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element excellent in characteristics relative to short-time pulses (high-frequency characteristics).

SOLUTION: This organic electroluminescent element has an organic layer between a positive electrode and a negative electrode. The organic layer includes at least one hole transfer layer containing a hole carrying material, and at least one electron transfer layer containing an electron transfer organic material. The ionization potential of the electron transfer organic material is not less than 5.8 eV, and the value of de/dt is not more than 0.30, where de is the thickness of the electron transfer layer and dt is the total thickness of the organic layer.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-60496

(P2001-60496A)

(43) 公開日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

A 3 K 0 0 7

33/22

33/22

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-236042

(22) 出願日

平成11年8月23日 (1999.8.23)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 荒木 康

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真

フイルム株式会社内

(74) 代理人 100080012

弁理士 高石 橘馬

Fターム (参考) 3K007 AB00 BB00 CA01 CA05 CB01

DA00 DB03 EB00 FA00 FA01

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 短時間パルスに対する特性（高周波特性）に優れた有機電界発光素子を提供する。

【解決手段】 陽極と陰極との間に、少なくとも1つのホール輸送材料を含有するホール輸送層と、少なくとも1つの電子輸送有機材料を含有する電子輸送層とを含む有機層を有し、前記電子輸送有機材料のイオン化ポテンシャルが5.8eV以上であり、前記電子輸送層の厚みを d_e 、前記有機層全体の厚みを d_i とすると、 d_e/d_i の値が0.30以下である有機電界発光素子。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極と陰極との間に、少なくとも1つのホール輸送材料を含有するホール輸送層と、少なくとも1つの電子輸送有機材料を含有する電子輸送層とを含む有機層を有する有機電界発光素子において、前記電子輸送有機材料のイオン化ポテンシャルが5.8eV以上であり、前記電子輸送層の厚みを d_e 、前記有機層全体の厚みを d とすると、 d_e/d の値が0.30以下であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項2】 請求項1に記載の有機電界発光素子において、前記陰極と前記電子輸送層との間に絶縁層薄膜を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の有機電界発光素子において、 $10^{-8} \sim 10^{-4}$ 秒のパルス幅で発光することを特徴とする有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、短時間パルスに対する特性（高周波特性）に優れた有機電界発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、有機電界発光素子（以下、有機EL素子と称する）は盛んに研究されており、無機LEDに匹敵する優れた性能を有する有機EL素子が開発されてきている。有機EL素子は蒸着法や塗布法により比較的容易に面発光素子として形成でき、アレイ型露光光源用として非常に有望視されている。その1つの大きな要因として、アレイ型露光光源に無機LEDや無機LDを用いる場合は発光素子をアレイ状に並べて露光光源を得るが、個々の発光素子間には多かれ少なかれバッチ間差が存在し、そのばらつきを抑えるのは非常に困難であるのに対し、有機EL素子を用いる場合はアレイ状光源を同じ条件で同時に作成でき、アレイ内素子のばらつきを小さく抑えられることが挙げられる。しかしながら、有機EL素子を露光光源として用いる場合、露光時間をできるだけ短くするために短時間定電圧パルス又は定電流パルスを高周波で印可すると、定電圧パルスの場合は立ち上がり時に発光に寄与しない電流が流れ、また定電流パルスの場合は発光が電流パルスと同時に立ち上がらず、パワー効率が低下するという問題がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、短時間パルスに対する特性（高周波特性）に優れた有機EL素子を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者は、陽極と陰極との間に、少なくとも1つのホール輸送材料を含有するホール輸送層と、少なくとも1つの電子輸送有機材料を含有する電子輸送層とを含む有機層を有し、前記電子輸送有機材料のイオン化

ポテンシャルが5.8eV以上であり、前記電子輸送層の厚みを d_e 、前記有機層全体の厚みを d とすると、 d_e/d の値が0.30以下である有機EL素子は、短時間パルスに対する特性（高周波特性）に優れていることを発見し、本発明に想到した。

【0005】また、本発明の有機EL素子は陰極と電子輸送層との間に絶縁層薄膜を有するのが好ましく、 $10^{-8} \sim 10^{-4}$ 秒のパルス幅で発光させる場合に特に優れたパワー効率を示す。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明の有機EL素子は陽極と陰極との間に、少なくとも1つのホール輸送材料を含有するホール輸送層と、少なくとも1つの電子輸送有機材料を含有する電子輸送層とを含む有機層を有し、基本的には基板上に陽極、ホール輸送層、発光層、電子輸送層及び陰極を順に積層して構成する。基板上にそれらを逆に積層した構成も可能である。また、ホール輸送層、発光層及び／又は電子輸送層を複数層設けたり、ホール注入層、電子注入層等を設けてもよい。特に本発明においては、電子注入層として絶縁層薄膜を設けることが非常に好ましい。さらに、陽極とホール輸送層との間に、陽極に接して導電性高分子層を設置してもよい。導電性高分子層を設置することにより、駆動電圧がほとんど上昇することなく有機層の膜を厚くすることができ、輝度ムラやショートの発生を抑えることができる。

【0007】上述のような構成に加え、微小光共振器構造（マイクロキャビティ）を有する有機EL素子が、発光スペクトルの半値幅が小さく、かつ指向性に優れている点で好ましい。微小光共振器構造を有する有機EL素子は、例えば「月刊ディスプレイ」1998年10月号別冊の「有機ELディスプレイ」（テクノタイムズ社）105頁に記載されているように、基板として透明基板を用い、この上に順に誘電体ミラー、透明電極（陽極）、少なくとも1層の有機層、金属ミラーの役割を有する背面電極（陰極）を積層してなり、誘電体ミラーと背面電極との間で微小光共振器を形成する。誘電体ミラーは、通常1/4波長の SiO_2 と TiO_2 を交互に積層したものである。透明電極（ITO等）と誘電体ミラーとの間に SiO_2 スペーサーを導入して膜厚を調整してもよい。

【0008】有機層は、真空蒸着法、スパッタ法、ディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等、公知の方法を用いて形成することができる。また溶媒を使い分けることにより多層塗布も可能である。

【0009】陽極、陰極等が無機物の層である場合、真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法等の公知の方法で形成できる。また、電極のパターニングは、フォトリソグラフィー等による化学的エッチング、レーザー等を用いた物理的エッチング等により行うのが好ましい。また、マスクを重ねて真空蒸着やスパッタリング

等を行なってパターンニングしてもよい。

【0010】本発明の有機EL素子は、好ましくは 10^{-8} ～ 10^{-4} 秒のパルス幅で発光し、印可するパルス幅が短いほどより優れた特性を示す。本発明の有機EL素子は 10^{-4} 秒以下のパルス幅において効果が大きく、 10^{-5} 秒以下のパルス幅においてより効果が大きく、 10^{-6} 秒以下のパルス幅において特に効果が大きい。

【0011】本発明の有機EL素子は単一の画素でも使用できるが、好ましくは発光色別に複数列設けられたドットアレイとして使用する。各発光色は1ラインでも、複数のラインになっていてもよい。1画素のサイズは、 $10 \sim 500 \mu\text{m}$ 、好ましくは $50 \sim 300 \mu\text{m}$ である。

【0012】以下、本発明の有機EL素子の各層について詳述する。

〔1〕基板

本発明において、透明基板として通常のガラス基板の他にプラスチック基板を使用することができる。基板として用いるプラスチックは耐熱性、寸法安定性、耐溶剤性、電気絶縁性、加工性、低通気性及び低吸湿性に優れていることが必要である。このようなプラスチック材料としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、アリルジグリコールカーボネート、ポリイミド等が挙げられる。

【0013】基板の電極側の面、電極と反対側の面、又はその両方に透湿防止層（ガスバリア層）を設置するのが好ましい。透湿防止層を構成する材料としては窒化ケイ素や酸化ケイ素等の無機物が好ましい。透湿防止層は高周波スパッタリング法等により成膜できる。また、必要に応じてハードコート層やアンダーコート層を設けてもよい。

【0014】〔2〕電極

陽極の材料としては、酸化スズ、酸化スズインジウム（ITO）、酸化亜鉛インジウム等の公知の材料を用いてよく、金、白金等の仕事関数が大きい金属薄膜も使用可能である。また、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、それらの誘導体等の有機材料も使用可能である。さらに、沢田豊監修「透明導電膜の新展開」（シーエムシー刊、1999年）等に詳細に記載されている透明導電膜も、本発明に適用できる。

【0015】陰極の材料としては、仕事関数の低いLi、K等のアルカリ金属やMg、Ca等のアルカリ土類金属を用いるのが、電子注入性の観点から好ましい。また、酸化されにくく安定なAl等を用いるのも好ましい。安定性と電子注入性を両立させるために2種以上の材料を含む層にしてもよく、それらの材料については特開平2-15595、特開平5-121172等に記載されている。

【0016】〔3〕ホール輸送層

ホール輸送層に用いるホール輸送材料としては、ポリ-N

-ビニルカルバゾール誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリフェニレン、ポリチオフェン、ポリメチルフェニルシラン、ポリアニリン、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、カルバゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ポリフィリン誘導体（フタロシアニン等）、芳香族三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、ブタジエン化合物、ベンジジン誘導体、ポリスチレン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、テトラフェニルベンジン誘導体、スターバーストポリアミン誘導体等が使用可能である。

【0017】〔4〕発光層

発光層は少なくとも一種の発光材料を含有する。発光材料は励起されて蛍光を発することのできるものであればよく、例えばオキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ビレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、ジスチリルベンゼン化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、キサンテン化合物及びチオキサンテン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、アクリドン化合物、キノリン化合物、8-ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、ベンゾキノリノールベリリウム錯体、2,2'-ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩基とIII族金属との錯体、オキサジアゾール化合物の金属錯体、希土類錯体等が使用可能である。

【0018】これらの発光材料は単独で用いても複数併用してもよい。また、発光層に高分子発光材料を用いてもよい。高分子発光材料の例としては、ポリ-p-フェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリチオフェン誘導体等の π 共役系高分子や、低分子色素とテトラフェニルジアミン、トリフェニルアミン等を主鎖や側鎖に導入した高分子等が挙げられる。高分子発光材料に低分子発光材料を混合して使用してもよい。

【0019】〔5〕電子輸送層

本発明の有機EL素子の電子輸送層を形成する電子輸送有

機材料としては、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、ニトロ置換フルオレノン誘導体、チオピランジオキサイド誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ペリレンテトラカルボキシル誘導体、アントラキノジメタン誘導体、フレオレニリデンメタン誘導体、アントロン誘導体、ペリノン誘導体、オキシシン誘導体、キノリン錯体誘導体等が挙げられるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0020】本発明の有機EL素子では、電子輸送層の厚みを d_e 、有機層全体の厚みを d_t としたときの d_e/d_t の値が小さい方が好ましい。この値が大きい有機EL素子は、定電圧パルス印可する場合は立ち上がり時に発光に参与しない電流が流れ、定電流パルスを印加する場合は発光の立ち上がりが遅れる現象を生じるため、どちらの場合もパワー効率が低下する。本発明においては d_e/d_t の値は0.30以下であり、0.20以下であるのが好ましく、0.10以下であるのがより好ましく、0.05以下であるのが特に好ましい。

【0021】電子輸送層に含まれる電子輸送有機材料のイオン化ポテンシャルは大きいほど好ましい。上記 d_e/d_t の値が0.30以下である条件において電子輸送有機材料のイオン化ポテンシャルが小さいと、パワー効率が低下する。電子輸送有機材料のイオン化ポテンシャルは少なくとも5.8eV以上であることが必要であり、6.0eV以上であるのが好ましく、6.2eV以上であるのがより好ましい。

【0022】〔6〕電子注入層

本発明においては、電子輸送層の厚みを限定することにより、ホールが電子輸送層を通り抜ける確率が高くなり、結果として発光効率を落とすことがあるため、電子注入層として絶縁層薄膜を設けるのが非常に好ましい。絶縁層薄膜としては、公知の酸化アルミニウム、フッ化リチウム等の0.01~10nm程度の薄膜等が使用でき、もちろんこれ以外の材料の薄膜でも構わない。

【0023】〔7〕導電性高分子層

導電性高分子層を形成する導電性高分子としては、W098/05187等に記載のポリアニリン誘導体、ポリチオフェン誘導体及びポリピロール誘導体好ましい。これらはプロトン酸（例えば樟脳スルホン酸、p-トルエンスルホン酸、スチレンスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸等）と混合した状態で使用してもよく、必要に応じて他の高分子（ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリ-N-ビニルカルバゾール（PVCz）等）と混合して使用してもよい。導電性高分子層の表面抵抗は10000Ω/□以下であるのが好ましく、膜厚は好ましくは10nm~1000nmであり、より好ましくは20nm~200nmである。

【0024】〔8〕その他の層

湿気や空気を遮断するために、陰極の表面（有機層と反対側の面）に特開平7-85974号等に記載の保護層を形成してもよい。更に、ガラスやポリ（クロロトリフルオロ

エチレン）シートを用いて封止することが好ましい。この中に乾燥剤や撥水性のフッ素系不活性液体等を挿入してもよい。

【0025】また、有機EL素子には一般に水分や酸素の侵入を防止するための封止層を設ける。封止層を形成する封止材料としては、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のコモノマーとの共重合体、共重合主鎖に環状構造を有する含フッ素共重合体、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリユリア、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリジクロロジフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンとジクロロジフルオロエチレンの共重合体、吸水率1%以上の吸水性物質と吸水率0.1%以下の防湿性物質の混合物、金属（In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni等）、金属酸化物（MgO、SiO₂、SiO₂、Al₂O₃、GeO₂、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃、TiO₂等）、金属フッ化物（MgF₂、LiF、AlF₃、CaF₂等）、液状フッ素化炭素（パーフルオロアルカン、パーフルオロアミン、パーフルオロエーテル等）、等該液状フッ素化炭素に水分や酸素を吸着する吸着剤を分散させたもの等が使用可能である。

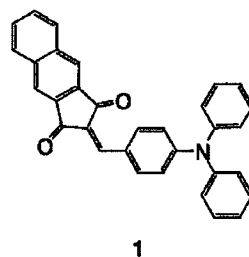
【0026】

【実施例】以下、本発明の有機EL素子について実施例により詳述する。

【0027】比較例1

50mm角のガラス基板をアセトン、セミコクリーン、イソプロピルアルコール（IPA）で超音波洗浄し、次いでIPA煮沸洗浄し、更にUV/O₃洗浄を行った。そのガラス基板をスパッタ室に移動し、図1に示すマスクを用いてITOを厚み0.2μmとなるようにスパッタし陽極とした。得られたITO基板に、ホール輸送層として4,4'-ビス〔N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ〕ジフェニル（NPD）を蒸着速度3~4Å/秒で厚み400Åとなるように蒸着し、次に発光層として下記化合物1：

【化1】



を蒸着速度3~4Å/秒で厚み200Åとなるように蒸着し、更に電子輸送層としてトリス（8-キノリノラト）アルミニウム（Alq）を蒸着速度3~6Å/秒で厚み400Åとなるように蒸着した（ $d_e/d_t=0.4$ ）。AC-1（理研計器（株）製）を用いてAlqのイオン化ポテンシャルを測定すると、5.75eVであった。続いてその上に図2に示すマスクを用いてMg/Ag合金（モル比Mg/Ag=10/1）の陰極

を厚み $0.6\mu\text{m}$ となるように蒸着し、この陰極上にAgを $0.5\mu\text{m}$ の厚みで蒸着し、有機EL素子を形成した。

【0028】得られた有機EL素子のパワー効率を以下のように求めた。まず有機EL素子に印加する電圧を変えて輝度及び流れた電流を測定し、それらの関係を示す検量線を作成した。なお、輝度は輝度計BM-5A（トプコン社製）を用いて測定し、電流はAPDモジュールC5460（浜松フオトニクス製）を用いて検出した。次にパルス内での最も高い輝度が約 $500\text{cd}/\text{m}^2$ となる条件の下、1パルスの幅が $10^{-4}\sim 10^{-8}$ 秒となるように電圧を印加し、定電流駆動回路を用いて有機EL素子を発光させた。その時の発光量をAPDモジュールC5460にて検出し、流れる電流と同時にオシロスコープにて観測した。1パルス内の電流値から平均入力電力を計算し、APDモジュールC5460により1パルス内で検出した平均電流値と前記検量線から平均輝度を求め、パワー効率を求めた。

【0029】比較例1の有機EL素子のパワー効率を上記のように求めたところ、高周波で定電圧駆動を行った場合は、パルス立ち上がり時に発光に寄与しない電流が多く流れるのが観測され、周波数が上がるにつれその傾向が大きくなりパワー効率が低下した。高周波で定電流駆動を行った場合は、電流パルスの立ち上がりに対して発光の立ち上がりが悪く、発光がすぐに飽和しないことが観測された。加えて、周波数が上がるにつれその傾向が大きくなりパワー効率が低下した。

定電圧パルス

	d_e/d_i	絶縁層	下記パルス印加時のパワー効率/1秒パルス印加時のパワー効率		
			1パルス幅: 10^{-4} 秒	1パルス幅: 10^{-6} 秒	1パルス幅: 10^{-8} 秒
比較例1	0.4	なし	0.78	0.47	0.12
比較例2	0.2	なし	0.79	0.48	0.13
比較例3	0.1	なし	0.78	0.48	0.13
比較例4	0.049	あり	0.82	0.52	0.18

【0035】

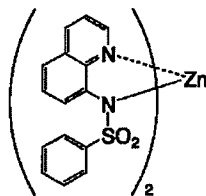
定電流パルス

	d_e/d_i	絶縁層	下記パルス印加時のパワー効率/1秒パルス印加時のパワー効率		
			1パルス幅: 10^{-4} 秒	1パルス幅: 10^{-6} 秒	1パルス幅: 10^{-8} 秒
比較例1	0.4	なし	0.80	0.51	0.18
比較例2	0.2	なし	0.82	0.53	0.18
比較例3	0.1	なし	0.82	0.53	0.17
比較例4	0.049	あり	0.87	0.58	0.23

【0036】比較例5及び実施例1～3

Alqに換えて下記化合物2：

【化2】



2

*【0030】比較例2

化合物1を厚み 400\AA で、Alqを厚み 200\AA で蒸着すること以外は比較例1と同様に有機EL素子を形成した($d_e/d_i=0.20$)。得られた有機EL素子のパワー効率を比較例1と同様に求めた。

【0031】比較例3

NPDを厚み 500\AA で、化合物1を厚み 400\AA で、Alqを厚み 100\AA で蒸着すること以外は比較例1と同様に有機EL素子を形成した($d_e/d_i=0.10$)。得られた有機EL素子のパワー効率を比較例1と同様に求めた。

【0032】比較例4

NPDを厚み 550\AA で、化合物1を厚み 400\AA で、Alqを厚み 50\AA で蒸着し($d_e/d_i=0.049$)、Alq層とMg-Ag陰極の間に絶縁層としてLiFを厚み 30\AA で蒸着すること以外は比較例1と同様に有機EL素子を作成した。得られた有機EL素子のパワー効率を比較例1と同様に求めた。

【0033】比較例1～4で求めた定電圧駆動及び定電流駆動の 10^{-4} 秒、 10^{-6} 秒及び 10^{-8} 秒パルス印加時のパワー効率が、それぞれ1秒パルス印加時のパワー効率に対してどれだけ低下したかを比をとることにより求めた(すなわち 10^{-4} 秒パルスの場合、「 10^{-4} 秒パルス印加時のパワー効率/1秒パルス印加時のパワー効率」を求めた)。その結果を表1及び表2に示す。

【0034】

【表1】

※ ※【表2】

を用いること以外は比較例1～4とそれぞれ同様にし、比較例5及び実施例1～3の有機EL素子を作成した。AC-1を用いて化合物2のイオン化ポテンシャルを測定すると、 5.91eV であった。得られた有機EL素子のパワー効率を比較例1と同様に求め、定電圧駆動及び定電流駆動の 10^{-4} 秒、 10^{-6} 秒及び 10^{-8} 秒パルス印加時のパワー効率が、それぞれ1秒パルス印加時のパワー効率に対してどれだけ低下したかを比をとることにより求めた。その結果を表3及び表4に示す。

【0037】

【表3】

定電圧パルス

	d_0/d_k	絶縁層	下記パルス印加時のパワー効率／1秒パルス印加時のパワー効率		
			1パルス幅:10 ⁻⁴ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁶ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁸ 秒
比較例5	0.4	なし	0.81	0.53	0.21
実施例1	0.2	なし	0.84	0.59	0.29
実施例2	0.1	なし	0.87	0.65	0.38
実施例3	0.049	あり	0.92	0.71	0.46

【0038】

* * 【表4】

定電流パルス

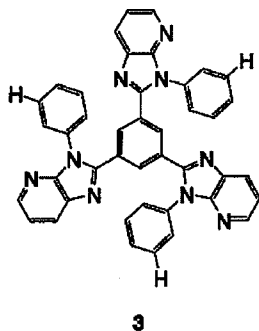
	d_0/d_k	絶縁層	下記パルス印加時のパワー効率／1秒パルス印加時のパワー効率		
			1パルス幅:10 ⁻⁴ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁶ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁸ 秒
比較例5	0.4	なし	0.84	0.57	0.25
実施例1	0.2	なし	0.88	0.62	0.33
実施例2	0.1	なし	0.91	0.68	0.42
実施例3	0.049	あり	0.95	0.74	0.49

【0039】表3及び表4より、比較例1～5と比較して、実施例1～3では短時間パルスのパワー効率の低下を非常に低く抑えられたことがわかる。

【0040】比較例6及び実施例4～6

Alqに換えて下記化合物3：

【化3】



※を用いること以外は比較例1～4とそれぞれ同様にして、比較例6及び実施例4～6の有機EL素子を作成した。AC-1を用いて化合物3のイオン化ポテンシャルを測定すると、5.91eV以上の値であった。得られた有機EL素子のパワー効率を比較例1と同様に求め、定電圧駆動及び定電流駆動の10⁻⁴秒、10⁻⁶秒及び10⁻⁸秒パルス印加時のパワー効率が、それぞれ1秒パルス印加時のパワー効率に対してどれだけ低下したかを比をとることにより求めた。その結果を表5及び表6に示す。

【0041】

【表5】

※30

定電圧パルス

	d_0/d_k	絶縁層	下記パルス印加時のパワー効率／1秒パルス印加時のパワー効率		
			1パルス幅:10 ⁻⁴ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁶ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁸ 秒
比較例6	0.4	なし	0.84	0.57	0.24
実施例4	0.2	なし	0.89	0.66	0.35
実施例5	0.1	なし	0.84	0.72	0.46
実施例6	0.049	あり	0.97	0.80	0.58

【0042】

★ ★ 【表6】

定電流パルス

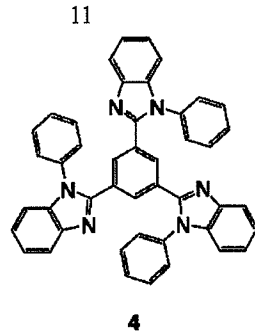
	d_0/d_k	絶縁層	下記パルス印加時のパワー効率／1秒パルス印加時のパワー効率		
			1パルス幅:10 ⁻⁴ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁶ 秒	1パルス幅:10 ⁻⁸ 秒
比較例6	0.4	なし	0.86	0.61	0.28
実施例4	0.2	なし	0.90	0.69	0.39
実施例5	0.1	なし	0.95	0.76	0.49
実施例6	0.049	あり	0.97	0.84	0.60

【0043】表5及び表6より、実施例4～6では実施例1～3よりも更に短時間パルスのパワー効率の低下を低く抑えられたことがわかる。

【0044】比較例7及び実施例7～9

Alqに換えて下記化合物4：

【化4】

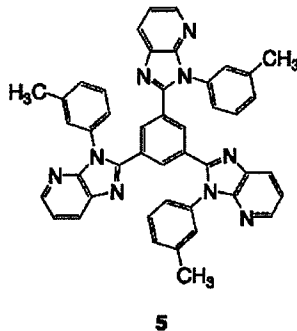


を用いること以外は比較例1～4とそれぞれ同様に
して、比較例7及び実施例7～9の有機EL素子を作成
した。AC-1を用いて化合物4のイオン化ポテンシャルを測
定すると、5.91eV以上の値であった。得られた有機EL素
子のパワー効率を比較例1と同様に求め、定電圧駆動及
び定電流駆動の 10^{-4} 秒、 10^{-6} 秒及び 10^{-8} 秒パルス印加時
のパワー効率が、それぞれ1秒パルス印加時のパワー効
率に対してどれだけ低下したかを比をとることにより求
めたところ、比較例6及び実施例4～6と同様の傾向を
示す結果が得られた。

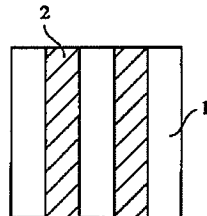
【0045】比較例8及び実施例10～12

Alqに換えて下記化合物5：

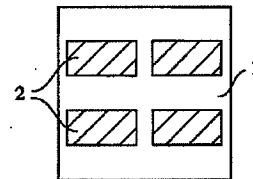
【化5】



【図1】



【図2】



※を用いること以外は比較例1～4とそれぞれ同様にし
て、比較例8及び実施例10～12の有機EL素子を作成し
た。AC-1を用いて化合物5のイオン化ポテンシャルを測
定すると、5.91eV以上の値であった。得られた有機EL素
子のパワー効率を比較例1と同様に求め、定電圧駆動及
び定電流駆動の 10^{-4} 秒、 10^{-6} 秒及び 10^{-8} 秒パルス印加時の
パワー効率が、それぞれ1秒パルス印加時のパワー効率
に対してどれだけ低下したかを比をとることにより求め
たところ、比較例6及び実施例4～6と同様の傾向を示
す結果が得られた。

【0046】また、上記比較例及び実施例において、化
合物1を他の発光材料に換えても同様の傾向を示す結果
が得られた。

【0047】以上より、イオン化ポテンシャルが大きい
電子輸送有機材料を用い、 d_e/d_h の値が0.30以下となる
ように作成した本発明の有機EL素子では、短時間パルス
でのパワー効率の低下を低く抑えることができる。ま
た、その効果は電圧印加時間がより短い条件下で特に顕
著であることがわかる。

20 【0048】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の有機EL素
子は短時間パルスに対する特性（高周波特性）に優れて
おり、露光光源用として非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の有機EL素子の形成においてパターニ
ングに用いたマスクの形状を示す概略図である。

【図2】 本発明の有機EL素子の形成においてパターニ
ングに用いたマスクの形状を示す概略図である。

【符号の説明】

30 1・・・マスク

2・・・薄膜部

*